DIE QUALITATSHEWERTUNG DER IM ELEKTROMAGNETISCHEN ULTRA-HOCHFREQUENZFELD BEHANDELTEN WURSTMASSE UND WURSTWA-REN NACH DEREN STRUKTURELL-MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN

W.I. Chlebnikow, W.N. Machonina, A.W. Gorbatow, W.D. Kossoj

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Rezepturen der Wurstmasse wurden in Übereinstimmung mit den zu den fertigen Erzeugnissen gestellten Anforderungen ausEerbeitet. Um die Flüssigkeitsverluste zu reduzieren, soll die 
Nurstmasse eine feste Struktur und bestimmte strukturell-mechaeine Eigenschaften besitzen.

Es wurden optimale Werte von strukturell-mechanischen EigenSchaften für Wurstmasse und fertige Erzeugnisse gefunden. Die
Abhängigkeit der Veränderung von Strukturell-mechanischen EigenSchaften vom Wasser- und Fettgehalt der Wurstmasse wurde empiAsch festgelegt, was eine wesentliche Beschleunigung deren
Bestimmung ermöglicht. Es wurden vergleichende Ergebnisse der
Organoleptischen Bewertung und objektive Qualitätsmerkmale der
Erzeugnisse angeführt.

Die Versuchsergebnisse werden bei der Ausarbeitung einer Bewen Technologie der Produktion von Würstchen ohne Hülle mit von UHF-Energie ausgenutzt.

# XXI ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНТРЕСС РАБОТНИКОВ НИИ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности СССР

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЯСНОГО ФАРША И КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБРАБОТАННЫХ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ СВЧ-ПОЛЕ, ПО ИХ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

В.И.Хлебников, В.Н.Махонина, А.В.Горбатов, В.Д.Косой

### RNJATOHHA

Разработани рецептури колбасного фарша, отвечающие требовавиди, предъявляемим готовым изделиям: для уменьшения потерь
видиости колбасний фарш должен обладать прочной структурой и
веденеными структурно-механическими свойствами.
фарша и готовых колбасных изделий. Получены эмпирических свойств
слисти изменения структурно-механических свойств от влагосовредения и жирности фарша, позволяющие значительно ускорить их
объективых колбасных изделий. Получены эмпирических и
вобъективных характеристик качества готовых изделий.
Вологии и объективных характеристик качества готовых изделий.
вологии изготовления сосисок без оболочки с помощью СВЧ-энертии.

XXIst EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS

ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF THE MEAT INDUSTRY

EVALUATION OF THE QUALITY OF COMMINUTED MEAT AND SAUSAGES, PROCESSED IN THE ELECTROMAGNETIC SHF-FIELD, BY THEIR STRUCTURAL-AND-MECHANICAL PROPERTIES

V.I.Khlebnikov, V.N.Makhonina, A.V.Gorbatov, V.D.Kosoy

#### SUMMARY

In accordance with the requirements to the finished sausages, formulations of sausage comminuted meat have been developed. To decrease moisture losses, sausage mince should be of a firm structure and of certain structural—and—mechanical properties.

The optimum values of structural—and-mechanical properties of sausage comminuted meat and finished sausages have been found. Empirical relations of changes in structural—and-mechanical properties to water— and fat contents of the sausage meat have been derived, which allow to greatly accelerate their measurement. Comparative organoleptical and objective data on the quality of the finished products are presented.

The experimental results are used for the development of a new technology of skinless frankfurters production by means of SHF-energy.

ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHINDUSTRIE DER Udssr

DIE QUALITÄTSBEWERTUNG DER IM ELEKTROMAGNETISCHEN ULTRA-HOCHFREQUENZFELD BEHANDELTEN WURSTWASSE UND WURSTWA-REN NACH DEREN STRUKTURELL-MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN

W.I.Chlebnikow, W.N.Machonina, A.W.Gorbatow, W.D.Kossoj

Die thermische Behandlung von Wurstwaren ohne Hülle mit elektromagnetischer Ultrahochfrequenzenergie stellt spezifische Anforderungen an die rohe Wurstmasse. Nur bei der Anwendung des Wurstbrätes mit bekannten vorgegeben strukturell-mechanischen Eigenschaften kann eine hohe Qualität der Wurstwaren erreicht werden.

Das Ziel der Arbeit bestand im Studium der Veränderungen von strukturell-mechanischen Eigenschaften bei rohem Wurstbrät und fertigen Erzeugnissen in Abhängigkeit vom Wasser- und Fettgehalt, um die Rezepturen zur Herstellung von hochqualitativen Wurstwaren auszuarbeiten.

Als Untersuchungsobjekte dienten die Wurstmassen, die 50 kg des Rindfleisches der Spitzenqualität und 50 kg mageres Schweinefleisches enthielten. In den nachfolgenden Versuchen wurde das Schweinefleisch durch den Speck in der Menge 10, 20, ... 50 kg pro 100 kg der Rohstoffe erzetzt, d.h. im letzten Fall wurde das Schweinefleisch ganz durch den Speck ersetzt. Die Nenge des zugegeben Wassers betrug 15-40% (mit einem Intervall von 5%). Die Wurstmassen wurden aus dem aufgetauten Fleisch im Kutter "Finis" hergestellt.

Die Strukturell-mechanischen Eigenschaften des rohen und gekochten Produktes wurden mit allgemein bekannten Methoden bestimmt. Die Wurstmasse wurde in einer speziellen Einrichtung

3.

die Abweichung ±30% nicht. Bei der Bestimmung von rheologischen Charakteristika kann der Fettgehalt des Wurstbrätes bei der optimalen Kutterungsdauer nach folgenden empirischen Abhängigkeit berechnet werden:

oder verallgemeinert:

$$f = \exp(0,23 \cdot m_g - 0,06) - 1,25 \cdot W,$$

wo W - relativer Wassergehalt in kg pro 1 kg des Produktes;  $m_{\ell}$  - Menge des zugegebenen Wassers in kg pro 1 kg des Fleisches bedeuten.

Die Anwendung dieser Formeln ist zweckmäßig, weil beim Fettgehalt des Wurstbrätes bis 10% der Fehler 5% nicht übertrifft, und beim Fettgehalt über 10% die Abweichung 3% beträgt. Die festgelegten empirischen Abhängigkeiten ermöglichen es außerdem, rheologische Eigenschaften oder die chemische Zusammensetzung des rohen Wurstbrätes schnell und einfach zu bestimmen und zu kontrollieren, was bei der Herstellung der Würstchen ohne Hülle mit UHF-Energie besonders wichtig ist. Auf der Abolldung 1 werden die Ergebnisse der komplexen Untersuchungen von strukturell-mechanischen Eigenschaften gezeigt. Sie stellen objektive Charakteristika einiger Qualitätsmerkmale des fertigen Produktes dar. Aus den Zeichnungen ist zu ersehen, daß durch die Veränderung des Gehaltes der rohen Wurstmasse an einzelnen Inhaltsstoffen die fertigen Wurstwaren mit vorgegebenen rheologischen Kennwerten zu erhalten sind.

erwärmt, die an den Wellenleiter der Ultrahochfrequenzanlage "Parus" (2375 MHz) angeschlossen wurde, was die Möglichkeit einer gleichmäßigen Wurstmasseerwärmung bis 74°C (±20) sicherte Die Ausmaßen der Fettpartikel, die Löslichkeit von Eiweißfrßk tionen und die Veränderung der Zahl von funktionellen Eiweiß gruppen bei der Koagulations-Strukturbilding wurden mit den in der Literatur geschilderten Methoden bestimmt (1, 2, 4-6). Mur Optimierung des toobs Optimierung des technologischen Vorganges wurden Untersuchungen über die Veränderung von strukturell-mechanischen Eigenschafte der Wurstmasse und des fertigen Produktes unter Betriebsbedin gungen durchgeführt; in Abhängigkeit vom Wasser- und Fettgehött wurden die Flüssigkeitsverluste bei der UHF-Erwärmung bestigte Die Versuchsangaben für unterschiedliche Wurstmassen (48 Rezelf turen) wurden mit elektronischen Rechenmaschinen bearbeitet, mit empirischen Abhängigkeiten der rheologischen Charakteristika des rohen Brätes bei der optimalen Kutterungsdauer (OKD) vom Wasser- und Fettgehalt sehen wie folgt aus:

$$\theta_o = \exp/(7,35+7\cdot \Upsilon) - (27\cdot \Upsilon^2 + 0,32) \mathcal{U}/Pa;$$
  
 $\theta_o'' = \exp/(7,7+4\cdot \Upsilon) - (20\cdot \Upsilon^2 + 0,36) \mathcal{U}/Pa;$   
 $\gamma' = \exp/(5,2+15,7\cdot \Upsilon) - (62\cdot \Upsilon^2 + 1,1) \mathcal{U}/Pa^*s;$ 

wo  $\theta_o$  - extreme Scherspannung der zerstörten Struktut, Pai  $\theta_o'''$  - extreme Scherspannung der unzerstörten Struktur, Pai ? - plastische Viskosität, Pa•s;

 $\mathcal Y$  - Fettgehalt in kg pro 1 kg der rohen Wurstmasse:  $\mathcal U$  - Wassergehalt in kg pro 1 kg der Trockensubstant sign

Die Kutterungsdauer wird optimal genannt, wenn die rheologischen Eigenschaften des rohen und gekochten Preduktes bei den höchsten Ausbeute und der stabilisierten Qualität extreme Werte erreichen.

Bei der Berechnung der extremen Scherspannung der zerstörten Struktur nach der obenangeführten Formel ist der Fehler nicht höher als ±10%, und bei der Bestimmung der extremen Scherspannung der unzerstörten Struktur und der plastischen Viskosität übertrö

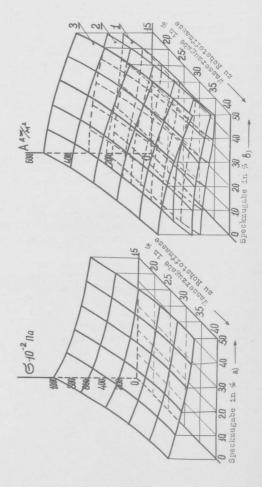
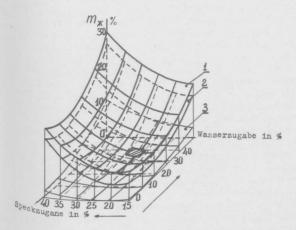


Abb. 1. Komplexe Veränderungen von strukturell-mechanischen Bigenscheften des fertigen Produktes in Abhängigkeit von den zum Wurstbrät zugegebenen Wasser und Speck



ten

456. 2. Ausschiedung der Flüssigkeit aus dem Wurstbrät bei dessen UHF-Erwärmung in Abhängigkeit von der Menge des

zugegebenen Wasser und Specks
Plüssigkeitsgesamtverluste im abgekühlten Produkt (t=8°C); 2 Plüssigkeitsgesamtverluste im erwärmten Produkts(t=72°C); 3 Fettverluste im erwärmtem Produkt (t=72°C)

tänderung der Löslichkeit von BiweiBen gezeigt, die in einer beste bestimmten Reihenfolge mit Pufferlösungen mit niedriger und hoher Ionenkraft aus der Wurstmasse extrahiert werden. Die Wurstmasse wurde gekuttert und im Homogenisator RT-2 nachfol-Send Zerkleinert (Kurven 2, 4, 6, 8); die Wurstmasse ohne zu-Sätzliche Zerkleinerung stellen die Kurven 1, 3, 5, 7 dar. Die Typplasmatischen und myofibrillären Eiweiße wurden aus Rinder-Wurstbrät (Kurven 3, 4, 7, 8) und aus einem 50 kg Rindfleisches, kg Schweinefleisches und 20 kg Specks enthaltenen Wurstbrät (Kurven 1, 2, 5, 6) unter Zugabe von 20% Wassers extrahiert. Die Kurven 1, 3, 5, 7 zeugen davon, daß die mechanische The Kurven 1, 3, 5, 7 zeugen davon, dan und state von the state of the

Yon MuskeleiweiBen in Salzlösungen ausübt, weil beim Kuttern ameteleiweiBen in Salzlösungen ausubt, weit wirden: am Anfang die Sunahme der Ausscheidung von löslichen myoplasmatischen und wortbrillären EiweiBen aus Zellenstrukturen bis zum Maximum und und dann eine gewisse Abnahme der Löslichkeit. Wahrscheinlich Wherwiegt die Ausscheidung von Muskeleiweißen über die Denaturierung in der ersten Stufe, und in der zweiten ist es mit der selekt. selektiven Erwärmung der Fall. Der Verlauf dieser Vorgänge ist als Folge der Entstehung oder Aufspaltung der Bindungen zwischen Aufspaltung der Bindungen zwischen dem Läsungsmittel anzusehen. Folge der Entstehung oder Aufspaltung der Bindung-Ber der Entstehung oder Aufspaltung der Bindung-Ber der Eiweißen und dem Lösungsmittel anzusehen. Der ABPartikeln oder Eiweißen und dem Lösungsmittel auch der Löslichkeit in der Baubwürdige Grund für die Abnahme der Löslichin der Baubwürdige Grund für die Abnahme die Erwärmung keit in der zweiten Stufe der Zerkleinerung kann die Erwärmung der Siwata der zweiten Stufe der Zerkleinerung kann und Koaguliet-ung Sein mit deren nachfolgender Aggregation und Koagulietung Sein, die sich desto aktiver entwickeln, je länger die Zerkleinerung dauert.

Das Wesen der Veränderung der Kurven 2, 4, 6, und 8 zeugt dayon, daß es mit der Zunahme der Kutterungsdauer eine monotone Abnahme der Kutterungsdauer eine mit der Zunahme der Kutterungsdauer eine mit der Zunahme der Kutterungsdauer eine mit der Löslichkeit von EiweiBfraktionen vor sich geht, was att der Löslichkeit von Eiweißfraktionen vor slun gon, der der lokalen Übererhitzung einzelner Fleischpartikel und mit der lokalen Übererhitzung einzelner Fleischparute.

der lokalen Übererhitzung einzelner Fleischparute.

der lokalen Übererhitzung zu erklären ist. Wahrscheinlich übt der lokalen übererhitzung einzelner Fleischparute. Rogenisator einen tieferen Einfluß auf molekuläre und übermolekuläre Gebilde aus.

Die experimentellen Angaben zur Bestimmung der Flüssigkeitsverluste bei der UHF-Erwärmung sind auch von bestimmtem Interesse. Krummlinnige Oberflächen in der Abbildung 2 zeigen anschaulich, daB in der Wurstmasse aus 50 kg Rindfleisches, 30 kg Schweinefleisches, 20 kg Specks bei der Zugabe von 20% Wasser (U=2,0) die minimalen Flüssigkeitsverluste beobachtet werden. Diese Wurstmasse hat folgende chemische Zusammensetzung: der Wassergehalt - 0,65-0,68; der Fettgehalt - 0.14-0.19; der EiweiBgehalt - 0,14-0,16. Die rheologischen Charakteristika verändern sich in den Grenzen:

Die strukturell-mechanischen Charakteristika des der obengenannten chemischen Zusammensetzung entsprechenden Produktes haben folgende Grenzen: die Scherspannung (6) beträgt 640±50 Pa; Zerquetschungsarbeit ( $A_z$ ) - 230 $\pm$ 20 J/m<sup>2</sup>; Scherarbeit ( $A_s$ ) - $175^{\pm}15 \text{ J/m}^2$  und Gesamtarbeit (Ag) -  $410^{\pm}30 \text{ J/m}^2$ .

Die unter Betriebsbedingungen durchgeführten Versuche haben ergeben, daB die Ausbeute der Würstahen bei der UHF-Behandlung um 3-5% im Vergleich mit traditionellen Methoden der thermischen Behandlung in Dampfkammern oder Wasser höher ist.

Zur Klärung des Wesens der Strukturbildung der Wurstmasse. an der sich EiweiBe, Fette und Wasser beteiligen, wurden komplexe physikal-chemische Untersuchungen durchgeführt. Nach der Meinung einer Reihe von Autoren (3, 4, 7, 8) wird die Festigkeit der Struktur des Wurstbrätes im Grunde genommen durch die Menge von MuskeleiweiBen und deren physikal-chemische Umwandlungen bei der technologischen Behandlung, durch die Ausmaße und Qualität von Fettpartikeln und -tropfen bestimmt, die sich bei dem Fettemulgieren bilden. Es ist bekannt, daß die Eiweiße unter dem EinfluB von verschiedenen physikalischen und chemischen Mitteln die Struktur der Makromoleküle leicht verändern und eine Reihe von Anfangseigenschaften, in erster Linie die Löslichket, verlieren. In der Abbildung 3 sind die Ergebnisse der Ve-

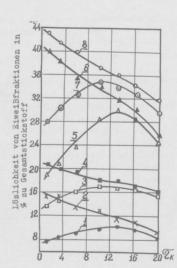


Abb. 3. Veränderung der Löslichkeit von den mit Pufferlösungen mit niedriger (1-4) und hoher (5-8) Ionenkraft extrahierten EiweiBen bei der Wurstbrätzerkleinerung.

1. 5 - Verändering von EiweiBen im Wurstbrät aus 50% Rindfleisches, 30% Schweinefleisches, 20% Specks und 20% Wassers bei der Zerkleinerung im Kutter;

2, 6 - dasselbe bei einer zusätzlichen Zerkleinerung im RT-2;

3, 7 - Veränderung von Eiweißen im Wurstbrät aus 100% Rindfleisches und 20% Wassers bei der Zerkleinerung im Kut-

4, 8 - dasselbe bei einer zusätzlichen Zerkleinerung im RT-2.

8.

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen es, daB die maximale Menge von den EiweiBen, die in die ununterbrochene Wurstbrätphase zu übergehen fähig sind, sowie von der Kutterungsdauer als auch von der Zusammensetzung des zu zerkleinernden Rohstoffes abhängt. Die maximale EiweiBmenge, die aus Zellenstrukturen in die ununterbrochene Phase des Wurstbrätes aus Rindfleisch übergehen, wird um 3 Minuten früher als im Wurstbrät aus 50 kg Rindfleisches, 30 kg Schweinefleisches und 20kg Specks erreicht, was mit den Angaben über die Veränderung des Wasserbindevermögens, der AusmaBen von Rohstoffpartikeln und der rheologischen Charakteristika gut übereinstimmt.

Einen bedeutenden EinfluB auf die Veränderung der Wurstbrätstruktur übt auch das Wasser aus. Wir untersuchten die Veränderung der Löslichkeit von EiweiBfraktionen beim Wurstbrät aus 50 kg Rindfleisches, 30 kg Schweinefleisches und 20kg Specks mit unterschiedlichem Wassergehalt. Es wurde festgestellt, daB die maximale Menge von EiweiBen, die aus Zellenstrukturen in die ununterbrochene Phase zu übergehen fähig sind.

Die Festigkeit der Brätstruktur steht in der Abhängigkeit von der Anzahl der Polargruppen, in erster Linie saueren und basischen, die sich auf der Oberfläche von EiweiBmolekülen in der ununterbrochenen Phase befinden. Je mehr dieser Gruppen auf der EiweiBoberfläche - desto aktiver reagieren die EiweiBmoleküle miteinander, desto besser binden sie Wasser und Fett, desto fester ist die Brätstruktur und desto weniger Flüssigkeit geht bei der Erwärmung verloren.

Unsere Untersuchungen ergaben, daB die maximale Anzahl von saueren, basischen und Sulfhydrilgruppen, die mit Parachlormerkurbensoat reagieren, bei der optimalen Kutterungsdauer und dem kritischen Wassergehalt (4, 5) beobachtet wird, der für das gegebene Wurstbrät 2 kg pro 1 kg Trockensubstanz beträgt. Folglich wird bei den genannten Bedingungen eine besonders feste Wurstbrätstruktur gebildet. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, daB die Myofibrillären EiweiBe bedeutend mehr elektrostatisch

reagierende Gruppen als die myoplasmatischen Eiweiße enthalten Darum sind die myofibrillären EiweiBe für die Bildung einer besonders festen Wurstbrätstruktur im höheren MaBe verantwort lich. AuBerdem wird das Fett von den myoplasmatischen Einelber unmittelbar emulgiert und eine besonders stabile Emulsion gebildet (3). Die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Wurstbrät bei del

UHF-Erwärmung ausscheidet, hängt auch von den Ausmaßen der Fettpartikel ab. Je kleiner sie sind, desto größer ist die ger samtoberfläche von Brätpartikeln, desto fester werden Wasser und Fett gebunden. Wehrscheinlich werden die Fettpartikel (-tropfen) durch Eiweiße solvatiert, die seinerseits auch Was ser binden. Die minimalen Fettpartikelausmaße bis 33.10 werden bei der Zugabe von 20% Speck erreicht. In der Zugabe setzung dieser Wurstbrätes beträgt der Fettgehalt 15,77414 und der Eiweißgehalt 15,6%±0,4%, d.h. dessen Verhältnis ist dem of timalen Wert 1:1 nah.

Die experimentell festgestellten geeinchten strukturell mechanischen Charakteristika des Wurstbrütes und dessen Justim mensetzung (Gehalt an Wasser, Eiweiß, Fett) ermöglichten es die Rezeptur des Wurstbrätes auszuarbeiten, das 40% Rindileit sches der Spitzenqualitat, 55% halbfettes Schweinefleisches, 2% Trockenmiloh, 3% Eiermelange und 25% Wassers zu Rohstoffe se enthält. Die organoleptische Bewertung des fertigen produktes betröct 2 66to 50 m. tes beträgt 7,66±0,53 Punkte nach einem 9-Punkt-System. Der Einsatz der Produktionslinic mit der Kapazität 500 kg Wirstope ohne Hülle pro Stunde ergab, daß es bei der Anwendung der Ufferengie eine hedeutend in Energie eine bedeutende ökonomische Effektivität erreicht wird

#### SchluBfolgerung

1. Die ausgearbeitete Rezeptur des Wurstbrätes sichert die minimale Ausschiedung der Flüssigkeit bei der Wärmebehandlund und die höchsten organoleptischen Bewertungsnoten für Würstelest ohne Hülle bei der Anwendung der UHF-Energie.

- 2. Es wurden komplexe Untersuchungen über den EinfluB des Wasser- und Fettgehaltes auf strukturell-mechanische Eigenschaften des rohen und fertigen Produktes sowie auf dessen Ausbeute durchgeführt und die empirischen Berechnungsformel erhal-
- 3. Es wurde festgestellt, daB die Ausscheidung von myofibrillären EiweiBen aus Zellenstrukturen und deren Übergang in die ununterbrochene Phase einen ausschlaggebenden EinfluB auf die Strukturbildung des Wurstbrätes ausüben. Die Reaktion des EiweiBes mit EiweiB und Wasser geht um Kosten der elektrostatischen Wechselwirkung unter funktionellen Gruppen vor sich.
- 4. Es wurde gezeigt, daB eine besonders feste Wurstbrätstruktur bei optimalem Zerkleinerungsgrad, vollem Fettemulgieren und kritischem Wassergehalt gebildet wird.
- 5. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen wurden der Ausarbeitung einer Technologie der Herstellung von Würstchen ohne Hülle unter Anwendung der UHF-Energie zugrunde gelegt.

## Bibliographie

- I. Большаков А.С.; Митрофанов Н.С. Модифицированный метод определения сульфгидрильных групп в мясе путем обратного амперометрического титрования. "Прикладная биохимия и микробиология", УІ, вып. 5, М., 1970.
- 2. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. М., изд-во "Пищевая промышленность", 1974, 583.
- 3. Acermann S.A., Swift E.G., Carold R.J., Townsend W.E. USDA Meat Laboratory and Physical Chemistry Laboratory. Eastern Utilization R.E.D. Div A.P. Philadelphia, "J. of Food Scie.", 2, 36, 1970, 266.
- 4. Gorbatow A.W., Gorbatow W.M. Die FlieBeigenschaften des rohen Fleischbrätes. "Die Fleischwirtschaft" 50, 3, 1970, 297-300, 309-311.

- 5. Gorbatov A.V., Gorbatov V.hi. Advances in sausage meat rheology. "J. of Texture Studies", 4, 1974, 406-437.
- 6. Hamm R. Die Bedeutung des Wasserbindungsvermögens Fleisches bei der Brühwurstherstellung. "Die Fleischwirt schaft", 53, 1, 1973, 273-381.
- 7. 0 ord A.N. and Visser F.P.R. Beschaffenheit und Versteilung von Fett in zerkleinerten Fleischwaren. Fleischwirtschaft", 53, 10, 1973, 1427-1431.
- 8. Wirth F. Die technologische Funktion der Fette feinzerkleinerten Fleischwaren. "Die Fleischwirtschaft", 52, 5, 1972, 605-609.